

ऑक्सीजन की खोज

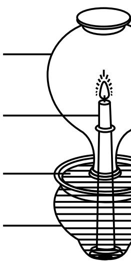
विजय कुमार उपाध्याय

यह पृथ्वी पर जीवन के लिए आवश्यक है। यह पृथ्वी की भूपर्पटी पर सबसे प्रचुर मात्रा में पाया जाने वाला तत्व है और पृथ्वी के वातावरण में पाया जाने वाला दूसरा सबसे प्रचुर तत्व है। यह ज्वलन और श्वसन दोनों के लिए आवश्यक है। इसकी खोज कैसे हुई? सबसे पहले कब इसे एक रासायनिक तत्व के रूप में पहचाना गया था? इसका नाम कैसे पड़ा?

वायु और दहन के बीच सम्बन्ध को जानने के लिए सबसे पहले ज्ञात प्रयोगों में से एक प्रयोग फिलो (Philo) नामक यूनानी (Greek) भौतिक विज्ञानी, इंजीनियर और लेखक ने किया था। 280 ईसापूर्व में जन्मे फिलो बायज़ेंटियम (इस्ताम्बुल का प्राचीन नाम) के रहने वाले थे। उन्होंने अवलोकन किया कि पानी से भरे एक बर्तन में जलती हुई मोमबत्ती पर उलटे किए बर्तन से ढँकने के कुछ सेकंड बाद, मोमबत्ती की लौ बुझ जाती है और उलटे रखे बर्तन में पानी नाटकीय रूप से ऊपर चढ़ जाता है **(देखें चित्र-1)**। उन्होंने इस प्रयोग का विस्तृत विवरण 'न्यूमैटिका' (Pneumatica) नामक ग्रन्थ में किया। फिलो का अनुमान था कि काँच के बर्तन में आंशिक निर्वात (vacuum) के कारण पानी ऊपर चढ़ गया। उस समय आग को एक तत्व माना जाता था। फिलो ने अनुमान लगाया कि निर्वात का कारण काँच के बर्तन से इस 'तत्व' की कुछ मात्रा प्रकाश (अग्नि तत्व) के रूप में परिवर्तित होकर खो जाना है। फिलो का यह अनुमान ग़लत था।

16वीं शताब्दी के आरम्भ में इतालवी पॉलीमैथ लियोनार्डो-दा-विंची ने यह प्रयोग दोहराया और निष्कर्ष निकाला कि उलटे बर्तन में फँसी कुछ हवा का इस्तेमाल जलती हुई मोमबत्ती द्वारा जलने के लिए किया गया था।

1659 में, आयरिश वैज्ञानिक और आविष्कारक रॉबर्ट बॉयल और बरतानिया पॉलीमैथ रॉबर्ट हुक (उस समय बॉयल के सहायक के रूप में काम कर रहे थे) ने एक कुशल निर्वात पम्प विकसित किया **(देखें चित्र-2)**। जब उन्होंने इसका इस्तेमाल जलती हुई मोमबत्ती के ऊपर उलटे रखे जार

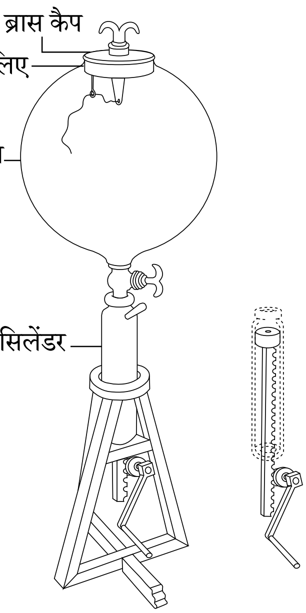


चित्र-1: फिलो का दहन पर प्रयोग। फिलो ने एक चौड़े मुँह वाले उथले धातु के बर्तन के तली पर जानवर की चर्बी से बनी एक लम्बी मोमबत्ती लगाई। धातु के बर्तन में पानी भरा और मोमबत्ती की बत्ती जलाई। जब मोमबत्ती जल रही थी, तो उन्होंने एक संकीर्ण मुँह और लम्बी गर्दन वाले काँच के बर्तन को इस तरह उलटा किया कि उसका मुँह धातु के बर्तन में पानी को छू जाए।

Credits: Wilhelm Schmidt from Pneumatics of Hero of Alexandria, Wikimedia Commons. License: https://en.wikipedia.org/wiki/File:Philos_experiment_of_the_burning_candle.PNG. License: Public Domain.

से सारी हवा बाहर निकालने के लिए किया तो मोमबत्ती बुझ गई। ऐसा तब भी हुआ जब मोमबत्ती की जगह दहकते हुए कोयले के अंगारे को रखा। हालाँकि, जब अंगारा गर्म था तब अगर वे जार में कुछ हवा डाल देते तो वो फिर से दहकने लगता था। इन अवलोकनों के आधार पर बॉयल और हुक ने निष्कर्ष निकाला कि ज्वलन के लिए हवा की उपस्थिति आवश्यक है।

उनके काम को आगे बढ़ाते हुए बरतानिया रसायनविद जॉन मेयोव ने इसके दो प्रयोग किए। एक प्रयोग में उन्होंने जलती हुई मोमबत्ती के साथ फिलो के प्रयोग को दोहराया, दूसरे प्रयोग में उन्होंने जलती हुई मोमबत्ती की जगह पर चूहे को रखा। मेयोव ने पाया कि कुछ समय बाद पहले प्रयोग में मोमबत्ती बुझ गई और दूसरे में चूहा मर गया। उन्होंने यह भी पाया कि दोनों उलटे जार में हवा का एक हिस्सा पानी द्वारा विस्थापित कर दिया गया था। मेयोव ने हवा के इस हिस्से को *स्पिरिटस नाइट्रोएरियस* (या सिर्फ़ नाइट्रोएरियस) नाम दिया और निष्कर्ष निकाला कि यह हिस्सा दहन और श्वसन दोनों के लिए आवश्यक होता है। उन्होंने इन प्रयोगों और अवलोकनों का वर्णन 1674 में प्रकाशित अपनी किताब *'ट्रैक्टेटस क्वीनक मेडिको-फिज़िसी'* (या फाइव मेडिको-फिजिकल ट्रीटीजेस) में किया था। एक अन्य प्रयोग में मेयोव ने देखा कि एंटीमनी को गर्म करने पर उसका वज़न बढ़ जाता है। इससे उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि *नाइट्रोएरियस* अवश्य ही एंटीमनी से जुड़ गया होगा। उन्होंने यह भी परिकल्पना की कि हमारे फेफड़े हवा से *नाइट्रोएरियस* को अलग कर लेते हैं; इसे वे हमारे रक्त में भेज देते हैं, वहाँ यह कुछ पदार्थों के साथ प्रतिक्रिया करके ऊर्जा उत्पन्न करता है जो मांसपेशियों की गतिविधि में ख़र्च होती है। मेयोव के विचारों के साथ-साथ उनके प्रयोगों का विस्तृत विवरण 1668 में *दी रेसपिरेशन* नामक पुस्तक में प्रकाशित हुआ था।

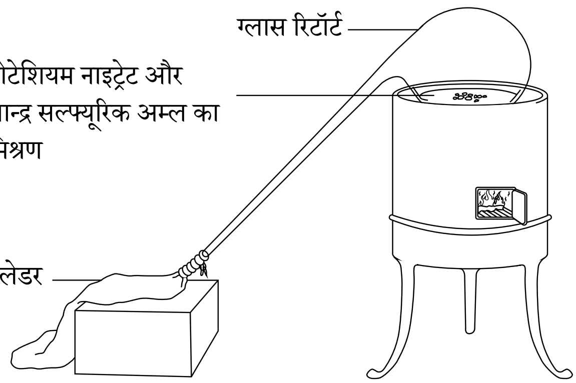


चित्र-2 : हुक-बॉयल एयर पम्प की प्रतिकृति। रॉबर्ट हुक की मदद से रॉबर्ट बॉयल द्वारा निर्मित इस हवा पम्प या निर्वात कक्ष में एक खोखला काँच का गोला और एक पीतल का पम्पिंग सिलेंडर था। सामग्री को ऊपर स्थित छिद्र से काँच के गोले में डाला जा सकता था और इसे पीतल की टोंटी से सील किया जा सकता था। यह पम्प बन्द या संवृत तंत्र में ज्वलन और श्वसन पर प्रयोग करने के लिए उपयोगी था।

Credits: Kinkreet, Wikimedia Commons. License: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Repllca_of_the_Hooke-Boyle_Air_Pump.jpg. License: CC-BY-SA.

17वीं और 18वीं शताब्दी के दौरान, कई वैज्ञानिकों ने मेयोव के *नाइट्रोएरियस* को पृथक करने की कोशिश की। इसमें रॉबर्ट हुक, डेनिश चिकित्सक ओल बौर्च, रूसी वैज्ञानिक मिखाइल लोमोनोसोव और फ्रांसीसी रयासनज्ञ पियरे बायन शामिल थे। हालाँकि, इनमें से किसी ने भी *नाइट्रोएरियस* को एक रासायनिक तत्व के रूप में नहीं पहचाना था। ऐसा इसलिए हुआ होगा क्योंकि उस समय फ्लॉजिस्टन सिद्धान्त ज्वलन और जंग के लिए काफ़ी प्रचलित था। यह सिद्धान्त पहली बार 1677 में जर्मन किमियागर जोहान बेकर (Johann Becher) द्वारा प्रतिपादित किया गया था और 1731 में जर्मन रसायनज्ञ जार्ज अर्न्स्ट स्टाल (Georg Ernst Stahl) द्वारा इसमें कुछ संशोधन किए गए थे। इस सिद्धान्त के अनुसार सभी ज्वलनशील पदार्थ दो घटकों से बने होते हैं — इनमें से पहला घटक (जिसे फ्लॉजिस्टन कहा जाता था) पदार्थ के जलने पर निकल जाता है, जबकि दूसरा घटक, जिसे पदार्थ का वास्तविक रूप माना जाता था, राख (जिसे कैल्क्स कहा जाता था) के रूप में रह जाता था। इसका तात्पर्य यह था कि ज्वलनशील पदार्थ (जैसे कोयला और लकड़ी) मुख्य रूप से फ्लॉजिस्टन से निर्मित होते हैं, जबकि अज्वलनशील पदार्थ (जैसे लोहा आदि, जिनमें जंग लगने का ख़तरा होता है) में फ्लॉजिस्टन की मात्रा नगण्य होती है। अजीब बात थी कि फ्लॉजिस्टन सिद्धान्त में दहन में हवा की कोई भूमिका नहीं मानी जाती थी।

मेयोव की *नाइट्रोएरियस* को सबसे पहले स्वीडिश फार्मासिस्ट कार्ल विल्हेल्म शीले (Carl Wilhelm Scheele) ने पृथक किया था। 1770-1773 के बीच, शीले ने पारा, चाँदी और सोने के ऑक्साइडों को गर्म करके प्रयोग किए। उनका अवलोकन था कि सामान्यत: मिलने वाली हवा की तुलना में इन प्रयोगों में निकली गैस बेहतर दहन और श्वसन दोनों करने में मदद करती थी (**देखें चित्र-3**)। उन्होंने इस गैस के लिए फ्यूरलुफ्ट या फायर-हवा शब्द का प्रयोग किया क्योंकि



चित्र-3 : ऑक्सीजन उत्पादन के लिए शीले का उपकरण। अपने एक प्रयोग में शीले ने काँच के आसवन उपकरण, जिसे रिटॉर्ट कहा जाता है, में पोटेशियम नाइट्रेट और सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल का मिश्रण रखा। गर्म करने पर इस मिश्रण से रंगहीन और गन्धहीन गैस निकलती थी, जो रिटार्ट के मुँह से बँधे ब्लेडर में एकत्र हो जाती थी।

तब यह एकमात्र ज्ञात पदार्थ था जो दहन में सहायक था। दस्तावेज़ों से पता चलता है कि शीले ने यह ऐतिहासिक खोज जून 1771 में की थी। हालाँकि, उन्होंने इस खोज का विस्तृत विवरण अपने प्रकाशक को 1776 में ही भेजा था। यह 1777 में शीले की एकमात्र पुस्तक *Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer* (या *केमिकल ट्रीटाइज़ ऑन एयर एंड फायर*) में प्रकाशित हुआ था।

इस बीच, मेयोव की *नाइट्रोएरियस* को एक अन्य वैज्ञानिक द्वारा अलग कर लिया गया था। 1 अगस्त 1774 को, एक बरतानिया पादरी जोसेफ़ प्रीस्टले (Joseph Priestley) ने एक अवलोकन किया। उन्होंने पारे से बन्द की गई एक उलटी काँच की नली में रखी लाल रंग की मर्क्यूरिक ऑक्साइड की ढेली पर जब आवर्धक लेंस की मदद से सूर्य की किरणों को केन्द्रित किया तो एक गैस निकली। अध्ययन करने पर प्रीस्टले ने पाया कि यह गैस पानी में घुलती नहीं थी। इस गैस की उपस्थिति में मोमबत्ती की लौ आम हवा की तुलना में अधिक तेज़ी से जलती थी और एक चूहा हवा की समान मात्रा की तुलना में सामान्य से चार गुना अधिक समय तक जीवित रहा। प्रीस्टले ने स्वयं इस गैस को साँस द्वारा ग्रहण किया और कुछ समय तक अपनी छाती में हल्कापन महसूस किया। फ्लॉजिस्टन सिद्धान्त में दृढ़ विश्वास रखने वाले प्रीस्टले ने अनुमान लगाया कि हवा में दो घटक होते हैं डी-फ्लॉजिस्टिकेटेड एयर (जिसे अब ऑक्सीजन के रूप में जाना जाता है) और फ्लॉजिस्टिकेटेड एयर (जिसे अब नाइट्रोजन के रूप में जाना जाता है)। उनके अनुसार, डीफ्लॉजिस्टिकेटेड हवा में अपना स्वयं का फ्लॉजिस्टन बहुत कम या न के बराबर होता है और यह ज्वलनशील पदार्थों से फ्लॉजिस्टन को आसानी से अवशोषित कर सकता है। यही कारण था कि इस घटक की उपस्थिति में ऐसे पदार्थ अधिक चमक के साथ जलने लगते थे। प्रीस्टले ने अपने शोध पत्र *एन अकाउंट ऑफ़ फर्दर डिस्कवरीज़ इन एयर* में इस खोज का विवरण प्रस्तुत किया। पहली बार यह पर्चा 1775 में प्रकाशित हुआ इसके बाद इस पर्चे को प्रीस्टले की छह खण्डों की पुस्तक *एक्सपेरिमेंट्स एंड ऑब्ज़र्वेशन्स ऑन डिफरेंट काइंड्स ऑफ़ एयर* में शामिल किया गया। चूँकि प्रीस्टले की खोज के निष्कर्ष सबसे पहले प्रकाशित हुए थे, इसलिए ऑक्सीजन की खोज का श्रेय उन्हें दिया जाता है।

प्रसिद्ध फ्रांसीसी रसायनविद एंतोन लेवोज़िए (Antoine Lavoisier) ने भी स्वतंत्र रूप से हवा के इस घटक को अलग करने का दावा किया था। उनके इस दावे को अविश्वास का सामना करना पड़ा। जो अकारण नहीं था। लेवोज़िए कम-चर्चित वैज्ञानिकों के काम का श्रेय लेने के लिए ख्यात थे। इस मामले में, शीले ने 30 सितम्बर 1774 को लेवोज़िए को एक पत्र लिखा था, जिसमें उन्होंने अपनी खोज का वर्णन किया था। लेवोज़िए ने शीले से कोई भी पत्र प्राप्त होने से इन्कार किया। माना गया था कि यह पत्र ग़ायब हो गया था, पर 1890 में फ्रांसीसी रसायनज्ञ एडौर्ड ग्रिमॉक्स को यह फ्रेंच ऐकेडमी डेस साइंसेस के अभिलेखागार में मिल गया था। इसी तरह, यह ज्ञात था कि प्रीस्टले अक्तूबर 1774 में लेवोज़िए से मिलने गए थे। यह प्रीस्टले द्वारा अपनी खोज प्रकाशित करने के ठीक पहले की बात थी। इस मुलाक़ात के दौरान प्रीस्टले ने अपने प्रयोगों और हवा के इस नए पृथक घटक तथा इसके बारे में निष्कर्ष लेवोज़िए के साथ साझा किए थे।

हालाँकि लेवोज़िए के दावे की वैधता अभी भी विवादित है, लेकिन यह सही है कि वे ऑक्सीकरण पर सटीक मात्रात्मक प्रयोग करने के साथ-साथ उसके सही और पर्याप्त स्पष्टीकरण देने वाले पहले व्यक्ति थे। यह विशेष रूप से महत्त्वपूर्ण था क्योंकि शीले और प्रीस्टले दोनों ने ग़लत फ्लॉजिस्टन सिद्धान्त के प्रकाश में अपने निष्कर्षों की व्याख्या की थी। लेवोज़िए ने इस सिद्धान्त को बकवास बताते हुए ख़ारिज कर दिया और सुझाव दिया कि शीले और प्रीस्टले द्वारा पृथक किया गया घटक एक अद्वितीय रासायनिक तत्व था। उन्होंने 1777 में *सुर ला कम्बस्चन एन जेनरल (Sur la combustion en general)* (या दहन सम्बन्धी सामान्य विचार) नामक पुस्तक में ज्वलन पर अपने विभिन्न प्रयोगों के विस्तृत विवरण के साथ इन विचारों को साझा किया। प्रीस्टले की तरह, उन्होंने सुझाव दिया कि सामान्य हवा दो घटकों का मिश्रण है। प्रीस्टले के विपरीत, उन्होंने सुझाव दिया कि इनमें से प्रत्येक घटक रासायनिक तत्व हैं। जो तत्व दहन और श्वसन के लिए आवश्यक था उसे उन्होंने नाम दिया 'वायटल एयर' (प्रीस्टले की डी-

फ्लॉजिस्टिकेटेड हवा) और दूसरे तत्व को एज़ोट (प्रीस्टले की फ्लॉजिस्टिकेटेड हवा) कहा। फिर, प्रीस्टले के विपरीत ही लेवोज़िए ने सही अनुमान लगाया कि ज्वलन के दौरान अतिआवश्यक हवा या वायटल एयर (vital air) धातुओं और अधातुओं के साथ अभिक्रिया करती है। उन्होंने यह भी देखा कि जली हुई सामग्री चाहे जो भी हो, उत्पाद हमेशा अभिकारक की तुलना में अधिक अम्लीय होता है। इस अवलोकन के आधार पर, लेवोज़िए ने यह ग़लत धारणा बना ली कि यह अतिआवश्यक हवा या वायटल एयर (vital air) सभी अम्लों का एक आवश्यक घटक है। इसने उन्हें 'अतिआवश्यक हवा या वायटल एयर' शब्द को 'ऑक्सीजन' शब्द से गढ़ने के लिए प्रेरित किया (जो दो ग्रीक शब्दों से लिया गया था: 'ऑक्सी' का अर्थ 'तीखा' जैसे एसिड का स्वाद और 'जीन' का अर्थ जो बनाता या पैदा करता हो)।

ऑक्सीजन शब्द गढ़े जाने के लगभग 35 साल बाद बरतानिया रसायनविद हम्फ्री डेवी ने दिखाया कि लेवोज़िए से ग़लती हुई थी। यह ऑक्सीजन नहीं, बल्कि हाइड्रोजन है जो सभी अम्लों का एक आवश्यक घटक है। हालाँकि, उस समय तक ऑक्सीजन शब्द को व्यापक रूप से उपयोग और स्वीकार किया जाने लगा था। यह आंशिक रूप से द *बोटेनिक गार्डन* नामक पुस्तक की लोकप्रियता के कारण था। इस पुस्तक की एक कविता में इस गैस की प्रशंसा के लिए यह शब्द इस्तेमाल किया गया था। 1791 में प्रकाशित यह पुस्तक चार्ल्स डार्विन के दादा बरतानिया चिकित्सक इरास्मस डार्विन (Erasmus Darwin) द्वारा लिखी गई थी। यह वह नाम भी था जिसे विरोध के बावजूद अँग्रेज़ी शब्दकोष में शामिल किया गया था। कई बरतानिया वैज्ञानिकों का मानना था कि यह अनुचित है कि एक फ्रांसीसी वैज्ञानिक को उस गैस का नाम बताने की अनुमति दी गई जिसे सबसे पहले एक बरतानिया वैज्ञानिक (प्रीस्टले) ने खोजा था। जैसा कि हम सभी जानते हैं कि आज भी इस गैस को ऑक्सीजन नाम से ही जाना जाता है।

मुख्य बिन्दु



- कई आरम्भिक प्रयोगों से पता चला कि दहन और श्वसन के लिए हवा की आवश्यकता होती है।
- दो वैज्ञानिकों - कार्ल शीले और जोसेफ प्रीस्टले - ने स्वतंत्र रूप से हवा के वे घटक अलग किए जो दहन और श्वसन का समर्थन करते थे।
- एंटोनी लेवोज़िए ने सबसे पहले यह पहचाना कि हवा का यह घटक एक रासायनिक तत्व है। उन्होंने ही इसे सम्बोधित करने के लिए ऑक्सीजन नाम भी दिया था।

Notes:

1. This article was first published in Srote, May 2014, pg. 10-12. This version includes some modifications. URL: https://www.eklavya.in/magazine-activity/srote-magazine/370-srote-2014/srote-may-2014.
2. Source of the image used in the background of the article title: Solar particles colliding with oxygen gas to produce a Green Aurora Borealis display. Credits: Tobias Bjørkli. URL: https://www.pexels.com/photo/aurora-borealis-at-night-1663376/. License: CC0.

विजय कुमार उपाध्याय बिहार के भागलपुर कॉलेज ऑफ़ इंजीनियरिंग से भूविज्ञान के सेवानिवृत्त प्रोफ़ेसर हैं।

अनुवाद : अफ़साना पठान **पुनरीक्षण :** उमा सुधीर **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय